

HUBUNGAN PAPARAN ASAP BAKARAN SAMPAH PLASTIK JENIS *POLYPROPYLENE* (PP) TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI PARU MENCIT (*MUS MUSCULUS*)

Goldwin Adithya Matheos Mandala, Regina M. Hutasoit, I Nyoman Sasputra

ABSTRAK

Sampah plastik merupakan masalah lingkungan berskala global. Jenis plastik yang paling banyak digunakan ialah *polypropylene* (PP). Indonesia terkhususnya Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki cara pengelolaan sampah yang paling sering ialah dengan cara dibakar. Pengelolaan sampah dengan cara dibakar dapat menghasilkan berbagai zat yang memiliki efek pada sistem pernapasan. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan paparan asap bakaran sampah plastik terhadap gambaran histopatologi paru mencit (*Mus musculus*). Metode penelitian ini bersifat eksperimental laboratorium dengan *true experimental design* dan *post-test controlled group design*. Sampel dalam penelitian ini menggunakan 12 ekor mencit ditambah 2 ekor mencit sebagai cadangan. Sampel penelitian dibagi kedalam 2 kelompok yaitu 1 kelompok kontrol dan 1 kelompok perlakuan yang dipapari asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* sebesar 120 ml/30 menit/hari selama 14 hari. Perubahan histopatologi paru diamati secara mikroskopis setelah 14 hari masa intervensi dan dinilai menggunakan skor kerusakan paru oleh Marianti. Semua data pada penelitian ini diuji secara statistik menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan dianalisis menggunakan Uji *Independen T-Test* apabila data penelitian bersifat parametrik atau Uji *Mann-Whitney* apabila data penelitian bersifat non-parametrik. Hasil penelitian ini rata-rata skor kerusakan paru pada kelompok kontrol sebesar 3,1 dan kelompok perlakuan sebesar 7,23. Pada penelitian ini diperoleh hasil $p=0,003$ ($p<0,05$). Kesimpulan terdapat hubungan paparan asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) terhadap gambaran histopatologi paru mencit (*Mus musculus*).

Kata kunci : Sampah Plastik, *Polypropylene* (PP), Histopatologi Paru.

Sampah plastik merupakan masalah lingkungan berskala global.⁽¹⁾Produksi dan penggunaan plastik (bahan polimer) pada tahun 2016 di seluruh dunia mencapai 245 juta ton dan terus meningkat setiap tahunnya.⁽²⁾ Data lain menunjukkan pada tahun 2016 jumlah produksi plastik sebanyak 335 juta ton dan pada tahun 2017 meningkat menjadi 348 juta ton.⁽³⁾

Produksi plastik terbanyak adalah benua Asia (50,1%). Produksi sampah plastik di Indonesia mencapai 5,4 juta ton/tahun atau sekitar 14% dari total timbunan sampah dengan cara pengelolaan sampah yang paling sering dilakukan oleh masyarakat Indonesia ialah dibakar (50,1%).^(1,4,5)

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) memiliki persentase yang cukup tinggi yaitu 56,2%. Provinsi NTT memiliki 1 kota dan 21 kabupaten. Kabupaten Kupang merupakan daerah dengan persentase tertinggi pengelolaan sampah dengan cara dibakar yaitu sebesar 89,9%. Kota Kupang yang merupakan ibu kota Provinsi NTT juga memiliki persentase yang cukup tinggi yaitu 67,3%.⁽⁶⁾

Pengelolaan plastik jenis *polypropylene* (PP) dengan cara dibakar dapat menghasilkan beberapa zat yaitu karbon monoksida (CO) dan atau karbon dioksida (CO₂), Sulfur dioksida (SO₂), Nitrogen oksida (NO_x), *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), dan logam berat (*Heavy Metals*).Kelima zat yang dihasilkan dari proses pembakaran sampah plastik

memiliki efek terhadap sistem pernapasan.^(1,4)

Berdasarkan data diatas, Indonesia terkhususnya Provinsi Nusa Tenggara Timur memiliki cara pengelolaan sampah yang paling sering ialah dengan cara dibakar. Pengelolaan sampah dengan cara dibakar dapat menghasilkan berbagai zat yang memiliki efek pada sistem pernapasan. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Hubungan Paparan Asap Bakaran Sampah Plastik Jenis Polypropylene (PP) Terhadap Gambaran Histopatologi Paru Mencit (*Mus musculus*)” untuk mengetahui hubungan paparan asap bakaran sampah plastik terhadap gambaran histopatologi paru.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Nusa Cendana. Pembuatan preparat dilakukan di Laboratorium Patologi Anatomi RSUD Prof. DR. W. Z. Johannes Kupang. Periode dalam penelitian dilaksanakan selama kurang lebih 4 minggu (1 bulan). Jenis penelitian yang dilakukan ialah bersifat eksperimental laboratorium dengan *true experimental design* dan *post-test controlled group design*.

Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik

purposive sampling dan disesuaikan dengan jumlah minimal tiap kelompok (minimal 2-3 ekor tiap kelompok) tanpa mengurangi kemaknaan secara analisis data.⁽⁷⁾

Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 6 ekor mencit (*Mus musculus*). Total penggunaan sampel dengan 2 kelompok penelitian adalah 12 ekor mencit (*Mus musculus*) ditambah dengan masing-masing 1 ekor mencit (*Mus musculus*) sebagai cadangan pada masing-masing kelompok, sehingga total penggunaan sampel pada penelitian ini adalah 14 ekor mencit (*Mus musculus*).

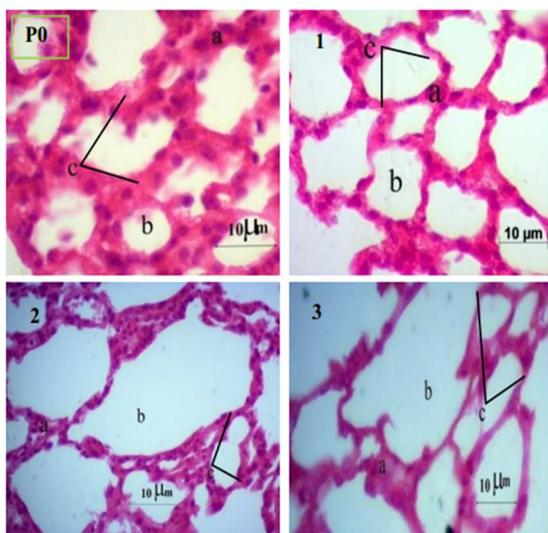
Penelitian ini dibagi kedalam 2 kelompok percobaan dengan 1 kelompok kontrol (K) dan 1 kelompok perlakuan (P) yang diberi paparan asap bakaran sampah plastik *polypropylene* (PP) sebanyak 25 gram dengan lama waktu paparan 30 menit. Perlakuan paparan asap bakaran sampah plastik dilakukan selama 14 hari (2 minggu).

Pada akhir penelitian, mencit dieuthanasia menggunakan agen anestesi barbiturat pada dosis letal (Pentobarbital ≥ 150 mg/KgBB secara intravena) dan dilakukan pembedahan pengambilan paru-paru.⁽⁸⁻¹⁰⁾ Setiap sampel paru dalam penelitian ini dibuatkan preparatnya dan diamati secara mikroskopis untuk menentukan skor kerusakan paru berdasarkan kriteria marianti.⁽¹¹⁾

Tabel 1. Skor Kerusakan Paru Marianti⁽¹¹⁾

Gambaran Histologi	Skor		
	1	2	3
Membran Alveolus	Membran alveolus utuh, berinti dan lengkap dengan sel-sel endothelium >75%	Membran alveolus utuh, berinti, dan lengkap dengan sel-sel endothelium 25-75%	Membran alveolus utuh, dan lengkap dengan sel-sel endothelium <25%
Lumen alveolus	Membulat ukuran proporsional >75%	Membulat ukuran proporsional 25-75% >75%	Membulat ukuran proporsional <25%
Hubungan antar alveolus	Rapat >75%	Rapat 25-75%	Rapat <25%

Gambaran jaringan paru⁽¹¹⁾



Gambar 1. Interpretasi Kerusakan Paru P0 (kontrol); 1,2,3 (skor derajat kerusakan paru); Pewarnaan HE; Perbesaran 400x; a (membran); b (lumen alveolus); c (hubungan antar alveolus)⁽¹²⁾

Hasil penelitian ini dianalisis dengan menggunakan program analisis data. Uji normalitas data yang dilakukan adalah uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel <50 ($p>0,05$).⁽¹³⁾ Apabila setelah dilakukan uji normalitas didapatkan data yang terdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji parametrik yaitu *T-test* tidak berpasangan. Apabila setelah dilakukan uji normalitas didapatkan data yang tidak terdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji non-parametrik yaitu *Mann-Whitney*.⁽¹³⁾

HASIL DAN PEMBAHASAN

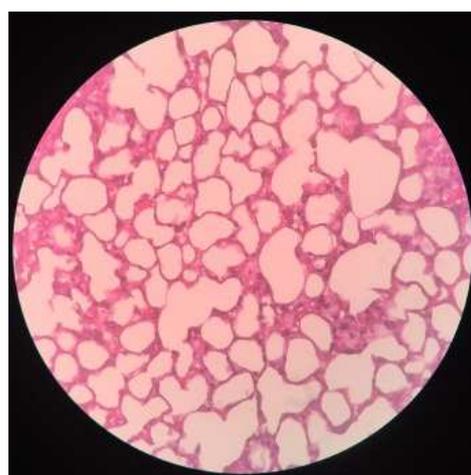
Hasil Pengukuran Berat Badan dan Kondisi Umum Mencit Selama Penelitian

Hasil pengukuran berat badan tidak didapatkan sampel hewan coba yang mengalami penurunan berat badan sebesar

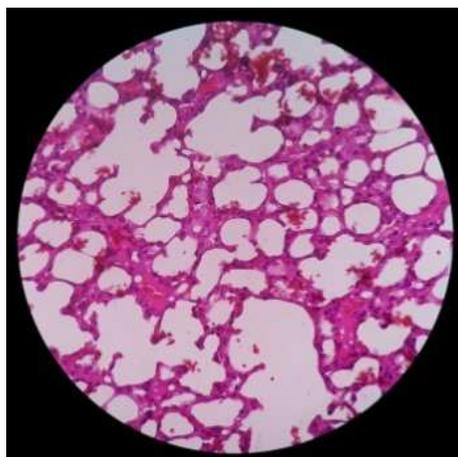
10% dari pengukuran sebelumnya. Hasil Pengukuran berat badan mencit disimpulkan bahwa setiap hewan coba layak untuk dijadikan sampel penelitian.

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi umum didapatkan pergerakan yang aktif dari mencit, ekor yang tidak menggulung, tidak terdapat rambut yang kusam maupun rontok, serta tidak terdapat eksudat/cairan abnormal yang keluar melalui mata, mulut, anus, dan genital.

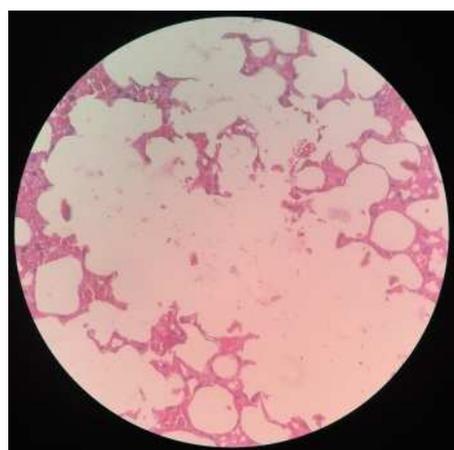
Hasil Pengamatan Secara Mikroskopis Derajat Kerusakan Paru



Gambar 2. Gambaran mikroskopis kerusakan paru derajat 1(membran alveolus utuh >75%, bentuk lumen membulat proporsional >75%, dan kerapatan antar alveolus >75%)



Gambar 3. Gambaran mikroskopis kerusakan paru derajat 2 (membran alveolus utuh 25-75%, bentuk lumen membulat proporsional 25-75%, dan kerapatan antar alveolus 25-75%)



Gambar 4. Gambaran mikroskopis kerusakan paru derajat 3(membran alveolus utuh <25%, bentuk lumen membulat proporsional <25%, dan kerapatan antar alveolus <25%)

Tabel 2. Interpretasi Hasil Penelitian

Sampel	Skor	Sampel	Skor
K1	3	P1	7,4
K2	3	P2	7,6
K3	3	P3	7
K4	3,6	P4	6,8
K5	3	P5	7,8
K6	3	P6	6,8

Mean	3,1	Mean	7,23
------	-----	------	------

Statistik Hasil Penelitian

Tabel 3. Uji Normalitas

	<i>Shapiro-Wilk</i>	
	df	Sig
Kelompok Kontrol	6	0,000
Kelompok Perlakuan	6	0,331

Tabel 4. Uji Mann-Whitney

<i>Uji Mann-Whitney</i>	Sig (2-tailed)
Skor Kerusakan Paru	0,003

PEMBAHASAN

Penelitian dimulai dengan proses adaptasi hewan coba (mencit) selama 7 hari. Setelah dilakukan observasi terhadap kondisi umum dan pengukuran berat badan hewan coba hasilnya didapatkan pergerakan yang aktif dari mencit, ekor yang tidak menggulung, tidak terdapat rambut yang kusam maupun rontok, serta tidak terdapat eksudat/cairan abnormal yang keluar melalui mata, mulut, anus, dan genital. Hasil pengukuran berat badan hewan coba tidak menunjukkan penurunan berat badan melebihi 10% dan mayoritas dari hewan coba mengalami peningkatan berat badan hingga akhir masa adaptasi. Berdasarkan hasil observasi kondisi umum dan pengukuran berat badan hewan coba disimpulkan bahwa hewan coba dalam kondisi yang sehat dan tidak mengalami stress sehingga tidak ada hewan coba yang dieksklusikan.

Setelah dilakukan intervensi pemberian asap dan pengambilan hasil jaringan paru mencit, peneliti melakukan interpretasi terhadap sediaan preparat paru menggunakan skor kerusakan paru Marianti.⁽¹¹⁾ Aspek yang dinilai adalah

keadaan membran alveolus, bentuk lumen, dan hubungan antar alveolus. Total skor akhir yang semakin besar mengindikasikan terjadinya kerusakan paru yang semakin besar, sedangkan total skor akhir yang semakin kecil mengindikasikan kerusakan paru yang lebih minimal.

Interpretasi kerusakan paru pada kelompok kontrol menunjukkan skor terendah pada hewan coba K1, K2, K3, K5, dan K6 yaitu 3,0. Skor 3,0 menunjukkan paru hewan coba masih dalam kondisi baik atau berada pada derajat 1 (membran alveolus utuh >75%, lumen alveolus membulat proporsional >75%, dan kerapatan antar alveolus >75%) sesuai dengan aspek yang dinilai pada skor kerusakan paru Marianti (Gambar 4.1).⁽¹¹⁾ Hal ini juga dapat menunjukkan bahwa udara yang terhirup hewan coba kemungkinan tidak memiliki partikel yang dapat mengakibatkan proses inflamasi pada jaringan paru. Skor kerusakan paru pada kelompok kontrol juga menunjukkan skor 3,6 pada hewan coba K4 yang artinya juga terdapat beberapa kerusakan derajat 2 (membran alveolus 25-75%, lumen alveolus 25-75%, dan kerapatan antar alveolus 25-75%) pada beberapa lapang pandang yang diamati (Gambar 4.2). Skor ini muncul kemungkinan besar diakibatkan karena pengaruh genetik hewan coba sehingga berpengaruh pada kondisi paru sejak awal yang tidak dapat dideteksi secara klinis (berat badan dan kondisi umum mencit). Dengan demikian, meskipun dalam kelompok kontrol atau tanpa perlakuan asap bakaran gambaran jaringan paru menampakkan terjadinya kerusakan paru yang masih diambang batas derajat 1 (kerusakan membran <25%; lumen alveolus berbentuk oval; kerapatan antar alveolus >75%). Rata-rata skor kerusakan paru kelompok kontrol adalah 3,1. Berdasarkan hasil penelitian, rentangan skor derajat kerusakan paru pada kelompok kontrol mengindikasikan bahwa tidak adanya respon inflamasi yang terjadi pada paru-paru mencit yang diakibatkan oleh tidak adanya partikel-partikel asing masuk ke dalam paru.

Berdasarkan hasil penelitian, pada kelompok perlakuan yang terdiri atas 6 sampel menunjukkan skor kerusakan paru dari 6,8 hingga 7,8 dengan rata-rata skor kerusakan paru 7,23. Gambaran histopatologi tiap sampel menunjukkan sebagian besar sampel memiliki kondisi membran alveolus <25%, bentuk lumen yang membulat proporsional <25% dan kerapatan antar alveolus <25% atau berada pada derajat 3 (Gambar 4.3). Gambaran histopatologi juga menunjukkan adanya kerusakan derajat 2 (membran alveolus 25-75%, lumen alveolus 25-75%, dan kerapatan antar alveolus 25-75%) pada beberapa lapang pandang sampel penelitian seperti sampel P4 LP2 (Gambar 4.2).

Pada kelompok perlakuan ini diberikan dosis asap dan waktu pemaparan asap yang sama. Perbedaan skor kerusakan paru pada masing-masing sampel kemungkinan dipengaruhi oleh daya hirup tiap hewan coba. Hal tersebut merupakan keterbatasan dalam penelitian karena penelitian hanya ingin mengetahui ada tidaknya hubungan antarkelompok. Namun, dari hasil kelompok perlakuan ini menunjukkan bahwa adanya kerusakan pada paru hewan coba yang dicurigai diakibatkan oleh adanya zat-zat yang dihasilkan oleh bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) sehingga merangsang terjadinya proses inflamasi. Paru-paru memiliki *proteinase inhibitor* yang berfungsi memberi efek protektif terhadap paru dari proteinase yang dihasilkan oleh fagositosis dan respon inflamasi untuk melawan partikel asing yang masuk ke dalam paru-paru. Proteinase yang dimiliki paru-paru sebagai sistem pertahanan antara lain α 1-antitripsin, α 2-makroglobulin, α 1-antikhemotripsin, inter- α -trypsin inhibitor, dan *secretory leukocyte protease inhibitor*. Apabila bahan biologis atau kimiawi yang berlaku sebagai radikal bebas terinhalasi ke dalam alveolus maka akan menimbulkan respon inflamasi. Komponen komplemen akan meningkatkan permeabilitas vaskular dan menambah keterlibatan sel-sel inflamasi. Makrofag menjadi aktif dan mensekresi sitokin

proinflamasi sehingga akan terjadi kerusakan matriks ekstraseluler dan serabut elastin kemudian akan terjadi perubahan histopatologis.^(14,15) Perubahan gambaran histopatologi pada penelitian ini dicurigai terjadi akibat adanya zat-zat toksik dalam asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP), dalam hal ini adalah PAHs, *heavy metals*, CO, SO₂, dan zat-zat lainnya. Ketidakseimbangan antara enzim *proteinase inhibitor* dan kandungan zat-zat toksik mengakibatkan terjadinya kerusakan kontinuitas jaringan epitel paru-paru sehingga terjadi perubahan histopatologi yang dapat diamati secara mikroskopik. Lama kelamaan karena pajanan lingkungan yaitu asap bakaran dan faktor genetik dapat membuat perubahan pada sel epitel dan mesenkim yang bila diamati secara mikroskopis menunjukkan perubahan pada membran alveolus, bentuk lumen alveolus dan kerapatan antara alveolus.⁽¹⁴⁾ Perubahan histopatologi yang terjadi akibat adanya paparan asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) yang didalamnya terdapat partikel-partikel asing dan zat-zat berbahaya dapat menimbulkan penurunan daya *compliance* paru, emfisema, pneumonitis, dan penyakit paru lingkungan.⁽¹⁵⁾

Dengan demikian, perbandingan skor kerusakan paru pada kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Perbedaan signifikan antara kedua kelompok ini mengindikasikan adanya hubungan antara paparan asap bakaran sampah plastik jenis *Polypropylene* (PP) terhadap gambaran histopatologi paru mencit (*mus musculus*).

Hal kebaharuan dalam penelitian ini adalah bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya mengenai “Dampak Polusi Partikel Debu dan Gas Kendaraan Bermotor pada Volume dan Kapasitas Paru” yang juga dapat menyebabkan gangguan proses pernapasan, penelitian ini lebih berfokus pada hal apa yang dapat menyebabkan gangguan pada paru.⁽¹⁶⁾ Pada penelitian ini, indikator yang diambil yaitu

pengelolaan sampah plastik dengan cara dibakar juga sudah menjadi kebiasaan dilakukan di Indonesia termasuk NTT.^(5,6) Selain itu penelitian ini belum pernah dilakukan di NTT, bahkan penelitian tentang plastik jenis *polypropylene* (PP) hanya dilakukan secara deskriptif mengenai zat-zat yang dihasilkan dari suatu pembakaran.⁽⁴⁾

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan dalam paparan asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) terhadap gambaran histopatologi paru mencit (*Mus musculus*)

SARAN

1. Perlu dilakukan pemeriksaan jenis dan kadar zat-zat yang terkandung dalam asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP).
2. Perlu dilakukan penelitian terkait perbedaan waktu atau dosis paparan asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) yang dapat mengakibatkan kerusakan histopatologi paru.
3. Perlu dilakukan penelitian terkait hubungan paparan asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) terhadap kerusakan organ lainnya.
4. Perlu dilakukan pemeriksaan kondisi hewan uji yang lebih *advance* terutama terkait kondisi paru-paru hewan uji.
5. Perlu dilakukan penelitian terkait perbandingan pengaruh paparan asap bakaran sampah plastik jenis *polypropylene* (PP) dengan paparan asap rokok elektrik maupun

- konvensional terhadap histopatologi paru
6. Perlu dilakukan sosialisasi tentang pentingnya kesadaran masyarakat terkait pengurangan penggunaan bahan plastik dan bahaya pengelolaan sampah plastik yang dibakar dan dihirup masyarakat.
 7. Penggunaan masker ketika berada di sekitar area bakaran sampah plastik

DAFTAR PUSTAKA

1. Prasetyo H, Eka I, Mesin PT, Teknik F, Semarang UN, Otomotif PT, et al. Mesin pengolah limbah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif. 2010;1–5.
2. Maddah HA. *Polypropylene as a Promising Plastic : A Review Polypropylene as a Promising Plastic : A Review*. 2016;(January):1–12.
3. *Plastic Europe. Association of plastic manufactures. Plastics – the Facts 2018 An analysis of European plastics production, demand and waste data*. 2018.
4. Valavanidis A, Iliopoulos N, Gotsis G, Fiotakis K. *Persistent free radicals, heavy metals and PAHs generated in particulate soot emissions and residue ash from controlled combustion of common types of plastic*. *J Hazard Mater*. 2008;156(1–3):277–84.
5. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013. Lap Nas 2013 [Internet]. 2013;1–384. Available from: [http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil Riskesdas 2013.pdf](http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil_Riskesdas_2013.pdf)
6. Ompusunggu S. Riset Kesehatan Dasar 2013 Provinsi Nusa Tenggara Timur [Internet]. Vol. 7, Lembaga Penerbitan Badan Litbangkes. 2013. 237 p. Available from: http://www.pusat2.litbang.depkes.go.id/pusat2_v1/wp-content/uploads/2015/02/Pokok-Pokok-Hasil-Riskesdas-Prov-NTT-.pdf
7. Salim CH. Pedoman Penggunaan Hewan Di Laboratorium Pendidikan Sekolah Farmasi ITB. 2015;(004):1–6.
8. AVMA (American Veterinary Medical Association). AVMA guidelines for the Euthanasia of Animals: 2013 Edition. American Veterinary Medical Association, Schaumburg, Illinois [Internet]. American Veterinary Medical Association, Schaumburg, Illinois. 2013. 98 p. Available from: available: <https://www.avma.org/kb/policies/documents/euthanasia.pdf>. (January 2018)
9. Pain M, Mammals O. *Euthanasia guidelines*. 2012;1–6.
10. *Washington University in St. Louis. Animal Euthanasia Policy*. 2016;1–5. Available from: <https://www.aalac.org/accreditation/RefResources/ReportofACLAMTAskForceonRodentEuthanasia.pdf>
11. Aditya M. Aktivitas Antioksidan Jus Tomat pada Pencegahan Kerusakan Jaringan Paru-Paru Mencit yang Dipapar Asap Rokok. *Biosaintifika J Biol Biol Educ*. 2009;1:1–7.
12. Triana N, Ilyas S, Hutahean S. Gambaran Histologis Pulmo Mencit Jantan (*Mus musculus L.*) Setelah dipapari Asap Rokok Elektrik. 2017;(1):1–7.

13. Dahlan MS. Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan. 6th ed. Jakarta: Epidemiologi Indonesia; 2014.
14. Kumar, Abbas, Aster. Buku Ajar Patologi Robbins. 9th ed. Nasar IM, Cornain S, editors. Singapore: Elsevier; 2015. 453–508 p.
15. Fakultas Kedokteran Indonesia. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. 6th ed. Setiawati S, Alwi I, Sudoyo AW, Simadibrata K M, Setiyohadi B, Syam AF, editors. Jakarta: Interna Publishing; 2014. 2082 p.
16. Sinolungan J. Dampak Polusi Partikel Debu dan Gas Kendaraan Bermotor pada Volume dan Kapasitas Paru. Biomedik. 2009;1(2):65–80.